

SERAMİK SANATINDA ÜÇ BOYUTLU YAZICILARIN YENİ BİR İFADE BİÇİMİ OLARAK KULLANILMASI

Sanver ÖZGÜVEN ¹

ÖZET

Bilgisayar teknolojilerinin sanat eseri üretiminde kullanılmaya başlaması ile birlikte, pek çok sanatçı yapıtlarını bu yeni teknoloji ile üretmeye başlamıştır. Resim, Grafik Tasarım, Sinema vb. pek çok alanda görülebilecek olan bu örnekler, son yıllarda seramik sanatında da kendini göstermeye başlamıştır. Üç boyutlu yazıcıların seramik malzemeler ile kullanımı geçtiğimiz on yılda ortaya çıkıp, hızlı bir gelişme göstermiştir. Bu makalede üç boyutlu yazıcıların çalışma prensipleri ve türleri hakkında açıklamalara yer verilerek; seramik sanatında kullanımı üzerinde durulacaktır. Bu konuda araştırmalar yapan merkezler ve onların projelerine yer verilecektir. Yeni bir ifade aracı ve biçimlendirme yöntemi olarak üç boyutlu yazıcılar, seramik sanatçıları ve onların eserlerine değinilerek açıklanacaktır.

Anahtar Sözcükler: Üç boyutlu yazıcı, Seramik, Lazer Sinterleme, Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim

Özgüven, Sanver. "Seramik Sanatında Üç Boyutlu Yazıcıların Yeni Bir İfade Biçimi Olarak Kullanılması". *idil* 4.18 (2015): 167-183.

Özgüven, S. (2015). Seramik Sanatında Üç Boyutlu Yazıcıların Yeni Bir İfade Biçimi Olarak Kullanılması. *idil*, 4 (18), s.167-183.

¹ Öğretim Görevlisi, Konya Necmettin Erbakan Üniversitesi Ereğli Meslek Yüksekokulu, sanveroz(at)gmail.com

USING THREE DIMENSIONAL PRINTERS AS A NEW EXPRESSION IN CERAMIC ART

ABSTRACT

With the introduction of computer technologies in the production of art, many artists start to create their works via the technology. In recent years, it has begun to be seen many samples in ceramics, as can be seen from other area like Paintings, Graphic Design, Cinema ect. Three dimensional printer technology has begun to use ceramic materials in recent 10 years and has gone forward remarkably. In this article, by describing working principle of three dimensional printers and types, it will be informed about using the technology in ceramic art. It will be featured on centers that work on this subject and their projects. As a new shaping method, three dimensional printers will be featured to mention ceramic artists and their works.

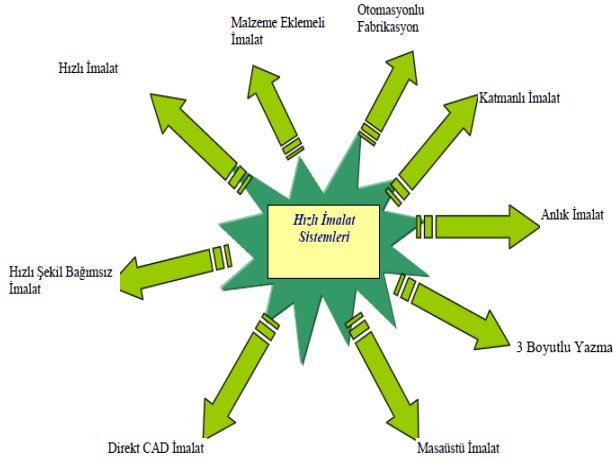
Keywords: Three Dimensional Printer, Ceramics, Laser Sintering, Computer Aided Design and Manufacturing

GİRİŞ

Çalışma prensiplerine göre farklı kategorilere ayrılan üç boyutlu yazıcılar, seramik, plastik, metal gibi toz malzemeleri kullanabilmektedir. Ayrıca akışkan hale getirilebilen malzemeler üç boyutlu bir nesne üretiminde kullanılabilir. Eritilen plastik malzemeler veya suyla karıştırılıp sıvı hale getirilen seramik çamuru bu malzemelerden bazılarıdır.

Son yıllarda üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin gelişimi ile birlikte, farklı malzemeler bu teknoloji ile kullanılmaya başlamıştır. Bu malzemelerden biri de seramiktir. Hızlı prototiplemede temel prensip, bilgisayar ortamında, bir yazılım ile oluşturulan üç boyutlu parçanın, üç boyutlu yazıcılarda oluşturulmasıdır. Son yıllarda gelişen teknolojilerin sonucu olarak, ürünlerin prototipleri yapılmadan, doğrudan kendi malzemeleriyle üretimi de gerçekleştirilebilmektedir.

Konuya girilmeden önce, bu alanda yapılan tanımlamalara kısaca bakmak gerekir. Terminolojinin çok çeşitli olduğu, çok sayıda tanımlamanın yapıldığı görülmektedir. Hızlı imalat sistemleri ile ilgili bir şema Şekil-1'de gösterilmiştir. Resimde de açıkça görüldüğü gibi Hızlı İmalat Sistemleri anlamına gelen pek çok isim kullanılmaktadır.



Şekil-1 Hızlı İmalat Sistemlerinin Terminolojisi (Delikanlı vd. 2005:34)

ÜÇ BOYUTLU YAZICILARIN SINIFLANDIRILMASI

Hızlı prototipleme makinelerinin çalışma prensiplerindeki ortak nokta, bilgisayar ortamında tasarlanmış olan bir üç boyutlu bir ürünün, STL vb. uygun dosya biçimlerinde hazırlanıp, bu makineler tarafından katmanlar halinde üretilmesidir. Ancak, katman oluşturma tekniğindeki farklılıklar ile kullanılan malzemenin çeşitliliği, farklı tekniklerin kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Buna bağlı olarak bu cihazlar sahip oldukları teknolojiye göre dört ana başlık altında sınıflandırılmaktadır. Bunlar, Işıklı Kür (Light Curing), Tabaka Yığılma (Lamination), Toz Bağlama (Powder Blending), Harç Yığılma (Fused Deposition Modeling), olarak 4 başlık altındadır. (Delikanlı vd. 2005:34) Seramik sanatına ilişkin örnekler genellikle Toz Bağlama (Powder Blending) ve Harç Yığılma (Fused Deposition Modeling) tekniği ile verilmektedir.

Işıklı Kür (Light Curing) tekniğinde, fotopolimer maddeden oluşturulmuş katman, ışık enerjisi ile istenilen bölgelere kür edilir. Fotopolimer, ışık enerjisine maruz kaldığında kimyasal reaksiyona uğrar ve yapısında değişimler olur. Bu teknolojiyi kullanan cihazlarda, hızlı bir şekilde katman inşasını bitirmek için ve daha ucuz olmasından dolayı, lazer gibi düşük güçlü ışık kaynakları kullanılarak, parçanın tam olarak kür olmasına yetecek kadar enerji verilmez. Yüzde yüz kür seviyesine ulaşmak için, parçaya daha sonra tekrar bir işlem daha yapılır. Buna "Post-cure" adı verilir. Bu işlemde, yarı kür verilmiş parçalar kızılötesi ışıkların bulunduğu bir kabinde bekletilir. Işıklı kür teknolojisi ışığın nasıl yönlendirildiği ve kontrol edildiğine bağlı olarak kendi içinde "tarayarak" (scanning) ve "maskeleyerek" (masking) olmak üzere ikiye ayrılır.

Tabaka Yığılma (Lamination) teknolojisinde, katmanlar, istenilen inşa hassasiyetine ve hızına bağlı olarak yeterince ince tabakalar halinde olan katı haldeki bir malzeme ile inşa edilmektedir. Tabaka halindeki bu malzemenin çeperlerinin gerektiği gibi kesilmesi ve bir önceki katmana yapıştırılmasındaki sıralamaya bağlı olarak ise, iki farklı gruplandırma yapılmaktadır.

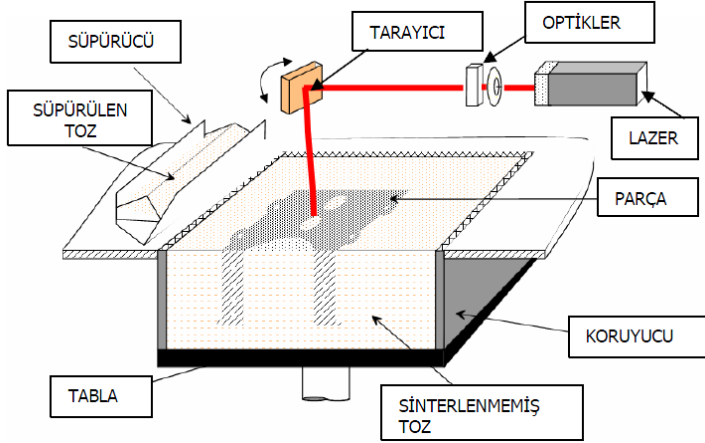
Yapıştır + Kes (Bonding + Cutting) tekniğinde, her tabaka, daha önce inşa edilmiş olan katmana yapıştırdıktan sonra çeperleri lazer veya bıçakla kesilir. Parçanın inşasında kullanılmayan diğer hammadde ise destek işlevi görmektedir. Böylece özel bir destek yapısına ihtiyaç duyulmaz, fakat inşa sırasında bu kısımların küçük parçalara bölünmesi gerekir. Aksi halde inşa sonrasında parçayı blok içinden çıkarmak mümkün değildir. Bu tekniğin uygulamalarında inşa malzemesi olarak çoğunlukla kâğıt kullanılmaktadır.

Diğer yöntem olan Kes + Yapıştır (Cutting + Bonding) da önce tabakalar ceperlerinden kesilir ve sonra bir önceki katmana yapıştırılır. Bu yöntemin diğer tabaka yığma yönteminden avantajı, destek malzemesi olarak ayrı bir tabaka malzemesinin kullanılmasına imkân vermesidir. Böylece desteklerin sonradan kaldırılması kolay olmaktadır. Bu tekniğin dezavantajı ise, kesilen katmanların inşa halindeki yüzeye hassas bir şekilde konumlandırılarak yapıştırılabilmesindeki güçlüğüdür. Bu tekniği kullanan uygulamaların çoğunda, otomatik olarak kesilen tabakaların yapıştırılması manuel olarak gerçekleştirilir.

Toz Bağlama (Powder Blending) teknolojisinde, her katmanın inşası için, toz halindeki malzeme kullanılır. Bu malzemeler üretilecek olan parçanın yapısına göre seramik, metal, plastik vb. değişebilir. Cihaz içinde bulunan bir hazneye yerleştirilen toz zerreleri, ısıtılarak/sinterlenerek veya yapıştırıcı ile birbirlerine bağlanır. Bağlanmayan kısımlarda bulunan tozlar ise parçanın boşlukta kalan kısımlarını destekler. Böylece ayrı bir destek yapısının inşasına ihtiyaç kalmaz. Toz malzemenin ısıtılarak veya yapıştırıcı yardımı ile üretilmesinden dolayı bu teknoloji de kendi içinde ikiye ayrılmaktadır.

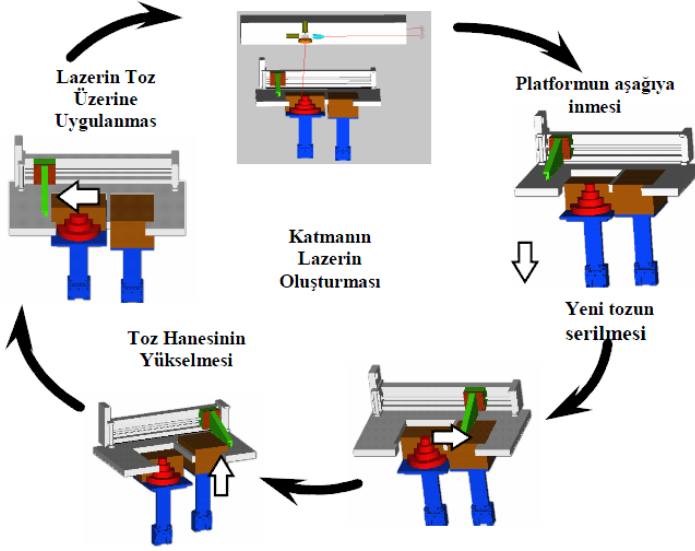
Isıtılarak (fusing) inşa tekniğinde, toz halindeki malzemenin istenilen noktalarına lazer veya elektron ışını gibi enerji kaynakları gönderilir. Bu bölgelerin ısıtılıp eritilerek veya sinterlenerek birbirleri ile kaynaşması sağlanır. Enerji tekniği olarak lazer kullanıldığından dolayı, bu teknik genellikle Selective Lazer Sintering (SLS) Seçmeli Lazer Sinterlemesi olarak adlandırılır. Endüstriyel ve sanatsal seramik objelerin üretilebildiği bu teknoloji genel olarak 3 aşamada gerçekleştirilebilir. Öncelikle CAD ve benzeri yazılımlar kullanılarak, bir parça tasarlanmalıdır. Bu parçayı (veya seramik objeyi) bilgisayar veri olarak görmektedir. Daha sonra parça, uygun formatta kaydedilmelidir. Günümüzde STL uzantılı dosyalar, hızlı imalat için kullanılan cihazlarda standartlaştırılmıştır. “STL uzantısı parçayı poligon yaklaşımı kullanarak dönüştürmesi hızlı imalatta basitlik ve kullanılışlılık kazandırmaktadır.” (Sofu vd. 2006:198) STL formatlı model, hızlı prototipleme makinelerinde açılmaktadır. “Açılan model yazılım tarafından parçanın yüksekliği boyunca yatay katmanlara bölünerek (metaller için 0.05mm) SLS ve SLM cihazlarının parçaları inşa sırasında kullanılmak üzere hazırlanır.” (Sofu vd. 2006:198)

İnşa sürecinde ise, üretilecek parçanın hangi alışımdan veya metalden yapılacağı belirlenir. Hangi malzemeden üretileceği belirlendikten sonra, malzeme toz halde makinenin kartuşlarına yüklenmektedir. Isıtıldığında kaynaşabilen bir inşa malzemesi toz halde (heat fusible powder), ince düzgün bir şekilde bir hazneye yayılır. Daha sonra tasarımdan alınan veriler doğrultusunda toz haznesinin içerisi lazer ile taranır.



Şekil-2 SLS Makinesinin Elemanları (Delikanlı vd. 2005:37)

Daha önce, STL formatlı dosya, yine farklı yazılımlar (Repetier) ile katmanlara ayrılmıştır. Toz havuzu içerisinde bulunan tablanın düşey ekseninde yapacağı her hareket, bu katmanların kalınlığına eşittir. Lazer yardımı ile her katman ayrı ayrı sinterlenmektedir. Veriler doğrultusunda, toz havuzunda parçanın olduğu bölgeler lazer ile yakılmakta, olmayan bölgeler ise boş geçilmektedir. Böylece yakılan bölgedeki tozlar birbirlerine tutunmaktadır. Lazerin boş geçtiği bölgeler ise, toz halinde kalmakta ve parçaya destek olmaktadır. Bir katmanın sinterleme işlemi bittikten sonra, tabla aşağı yönde, bir katman oluşturacak kadar (20Q) hareket etmektedir. Süpürücü ile yeni toz, havuz üzerine serpilir ve sinterleme işlemi, bu katman için yeniden başlar. (Sofu vd. 2006:199) Bu işleyiş tasarlanan parçanın tabanından başlayıp en yüksek noktasına kadar devam eder. Bu sırada lazere maruz kalmayan toz taneleri üretilen parça için destek vazifesi görmektedir. İşlem tamamlandıktan sonra destek görevi gören bu tozlar bir fırça veya vakum emici ile temizlenir. İnşa malzemesi olarak plastik, metal veya seramik tozları kullanılabilir. Bunların dışında bu malzemelerin karışımlarından oluşan kompozit tozlar da kullanılabilir.



Şekil-3 SLS Makinesinin Çalışma Prensibi (Delikanlı vd. 2005:37)

Toz Bağlama (Powder Blending) teknolojisinin diğer yönteminde ise tozlar birbirlerine yapıştırılır (bonding). Toz halindeki malzemenin seçilen yerlerine yapıştırıcı malzeme püskürtülür ve birbirlerine tutunmaları sağlanır. Tozlar püskürtülen yapıştırıcı ile sabitlendikten sonra, bir merdane yardımı ile yeni bir toz tabakası uygulanır ve işlem devam eder. İşlem tamamlandıktan sonra, parçayı kaplayan ve destek vazifesi görmekte olan toz tabakası temizlenir. Bu yöntem ile plastik, metal, seramik vb toz malzemeler şekillendirilebilmektedir.

Harç Yığılma (Fused Deposition Modeling - FDM) tekniğinde inşa edilecek katmanlara, sıvı veya macun kıvamındaki bir madde, belli noktalara kontrollü olarak uygulanır. Bu madde püskürtülerek veya sıvanarak malzemeye uygulanır. Böylece bu teknik de kendi içinde ikiye ayrılır. Parça daha sonra soğuyarak, yani eriyik halden katı hale geçerek veya kimyasal bir reaksiyona girerek sertleşmektedir.

Bu teknolojinin diğer teknolojilerden önemli farklı, aynı katman içinde farklı bölgelere, mekanik veya kimyasal özellikleri farklı malzemeleri yığılabilmek kolaylığı sağlamasıdır. Böylece çok malzemeli (multi-material) parçalar veya mekanizmalar üretilebilmektedir.

Püskürterek (Spraying) harç yığıma yönteminde, akışkan halde olan inşaat malzemesi bilgisayar kontrollü bir veya daha fazla meme yardımı ile damlacıklar halinde yüzeye püskürtülerek inşa edilmektedir. Çoğunlukla memeden çıkış öncesi ve sonrası ısıtılarak sıvı hale getirilmiş olan inşaat malzemeleri kullanılır. Bu malzeme daha sonra soğuyarak sertleşir ve ürün ortaya çıkmış olur.

İkinci yöntem, inşa edilecek malzemenin sıvı veya macun kıvamındayken, belirli noktalara sıkılması (Extruding) ile gerçekleştirilir. Hareketli bir şırınga veya tüp içinde bulunan malzemenin, tasarıma uygun bir biçimde, belirli noktalara uygulanması ile ürün inşa edilir. Daha sonra malzemenin soğuması ile sertleşmiş olur. Bu tür yazıcılar sayesinde çikolata ve hamur gibi malzemeler ile yapılan yiyeceklerin yanında, beton ve benzeri malzemeler kullanılarak, gerçek boyutta evler üretilebilmektedir. Bu yöntem ile geliştirilen çeşitli üç boyutlu seramik yazıcılar da bulunmaktadır. Özellikle Jonathan Keep'in geliştirmiş olduğu "JK Delta 3D Ceramic Printer" günümüzde pek çok seramik sanatçısı tarafından kullanılmaktadır.

Üç Boyutlu Yazıcılar ve Seramik Sanatı

Üç boyutlu yazıcılarda meydana gelen en önemli gelişme farklı malzemelerin bu teknolojiye kullanılmasıdır. Bu alanda yapılan çalışmalar ile nanokompozit malzemeler, farklı plastik karışımlar ve farklı karışımlar içeren toz metaller kullanılmaya başlanmıştır. Bu yeni olanaklar, seramik sanatçıları tarafından, farklı bir şekillendirme yöntemi olarak kullanılmış, yeni seramik formların ortaya çıkmasını sağlamıştır.



Resim-1 SLS Makinesinde Seramiğin Üretilmesi (Huson. 2011:5)

On yıldan fazla bir süredir, katman üretim teknolojileri seramikte yeni ürünler geliştirilmesini sağlamıştır. Üç boyutlu objelerin katman tabanlı üretimi (Layer Manufacturing Technologies) ile birlikte, neredeyse her karmaşık yapıya sahip ürün, üretilebilir hale gelmiştir. (Klocke vd. 2003:447) Lazer sinterleme yöntemi kullanılarak, seramik bir malzemenin üretilmesi ile metal ve plastik malzemenin üretilmesi birbirine çok yakındır. Ancak üretim sürecine nazaran, katman kalınlığı, lazer gücü, tarama hızı gibi etkenlerin kullanılacak seramik tozuna göre ayarlanması gerekmektedir.

Fraunhofer IPT' de, seramik lazer sinterleme konusu üzerine araştırmalar 100 W kadar olan lazer gücü ile başlatılmıştır. İlk denemeler alüminyum oksit, alüminyum silikat ya da zirkonyum silikat gibi seramik tozları ile yapılmış ve zirkonyum silikat tozunun ($ZrSiO_4$) bu süreçte en iyi sonucu verdiği anlaşılmıştır. Bugün ise 200 W lazer sinterleme sistemi kullanılmaktadır. (Klocke vd. 2003:447)

Zirkonyum Silikat üzerine yapılan araştırmalarda tane boyutları karıştırılarak denemeler yapılmıştır. Araştırmanın sonucunda, büyük oranda küçük taneler içeren tozların sadece yüzey kalitesini arttırmakla kalmadığı, aynı zamanda da küçük parçaları ısıtıp eritmek için, büyük parçalara göre daha az enerjiye ihtiyaç duyulduğundan dolayı, sinterlemeyi de geliştirdiği görülmüştür. Diğer taraftan, küçük tanelerin oranın artırılması toplanmayı da arttırmakta, böylece bir formun yüzeyi ile birlikte kendiliğinden yeniden kaplanması (automatic recoating) mümkün olmamaktadır. Tozlardan arındırma gibi işlemlerle bu problemler çözülebilmektedir. Bugün küresel seramik yüzeylerin küçük tanelerle yeniden kaplanması (recoating) mümkün olduğundan dolayı, taneli tozların kullanımı tercih edilmektedir. (Klocke vd. 2003:448)

“Katman kalınlığının azalması daha hızlı bir taramayı mümkün kılar, çünkü gerekli olan sinterleme derinliği bir sonraki katman için gerekli olan füzyonu sağlar. Buna ek olarak, daha küçük katman kalınlığı her katmanda ortaya çıkan etkiyi küçültmektedir. Böylece tasarlanan parça ile sinterlenen parça birbirlerine en yakın sonuçları verir.” (Klocke vd. 2003:449)

Seramik tozlarının Seçici Lazer Sinterleme tekniği ile üretilmeye başlaması, yüksek hassasiyet gerektiren endüstriyel malzemelerin yanında, sanatsal objelerin de üretilmesini sağlamıştır. Son yıllarda üniversitelerin sanat ve tasarım okullarında, üç boyutlu yazıcılar kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde de sanat ve tasarım alanında, üç boyutlu yazıcıların kullanımı giderek artmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde Bowling Green State University, İngiltere'de University of the West England içerisinde yer alan Center of Fine Print Research seramik malzeme kullanarak, seramik ürünler üretmektedir. Belçika'da Imaterialise, yine ABD'de Shapeways, Ponoko ve

Tethon 3D gibi kuruluşlar ise sanatçılara ve tasarımcılara, üç boyutlu seramik eserlerini ve tasarımlarını üretime imkânı sağlamaktadırlar.



Resim-2: John Balisteri, Seçici Lazer Sinterleme
(<https://www.pinterest.com/pin/316659417522385878/>)

Bowling Green State University Seramik programının 1996'dan beri başkanlığını yürüten Profesör John Balistreri büyük boyutlu seramik heykellerinin yanısıra üç boyutlu yazıcı teknolojisi (SLS) kullanarak da eserler veren bir sanatçıdır. Sanatçı 3D Tea Bowl Project adını verdiği proje ile geleneksel çay kaplarını dijital ortama aktarıp, üç boyutlu yazıcı teknolojileri ile üretmektedir.



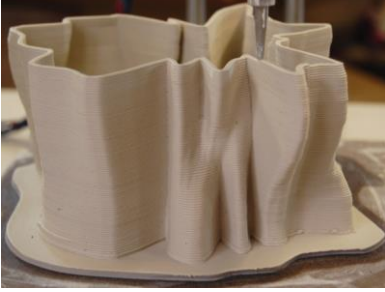
Resim-3: John Balisteri, Geleneksel Elle ve tornada şekillendirilmiş çay kabı, taranmış görüntüsü ve üç boyutlu üretimi (<http://johnbalistreriartist.com/3d-tea-bowl-project/>)

Çalışmalarında hem SLS, hem de FDM tekniği ile üreten sanatçılardan biri de Michael Eden'dir. Bilgisayar ortamında tasarlamış olduğu formları, bu teknikler ile üreten sanatçı, seramik malzemenin yanında farklı malzemelere de eserlerinde yer vermektedir. Son dönem çalışmalarında, kare kod gibi dijital kültür öğelerini geleneksel seramik formlar ile birleştirmiştir.



Resim-4: Michael Eden, Seçici Lazer Sinterleme, 29cm x 30cm x 28cm
(<http://www.michael-eden.com/2008-2010/taa3egfzdrwhmqc4l6v997fbno8s4v>)

Üç boyutlu yazıcıların seramik sanatında kullanımına en önemli katkıyı yapan sanatçılardan biri Jonathan Keep' tir. Sanatçı delta model olarak bilinen üç boyutlu yazıcı mekanizmasını, seramik çamuru ile çalıştırılabilir bir hale getirmiştir. Harç Yığıma (FDM) tekniği ile çalışan, JK Delta Ceramic 3D Printer isimli bu yazıcı, herkes tarafından kolaylıkla kolay ulaşılabilir malzemelerden yapılmıştır. Böylece pek çok sanatçı tarafından kolayca yapılabilecek, basitleştirilmiş bir üç boyutlu yazıcının temellerini atmıştır.



Resim-5: Johnnattan Keep, Icebergs, Harç Yığma (FDM) baskı süreci

(<http://www.3ders.org/articles/20130915-build-your-own-ceramic-delta-3d-printer.html>)



Resim-6: Johnnattan Keep, Icebergs, Harç Yığma (FDM)

(http://www.keep-art.co.uk/Singles/icebergs_00.html)

Sanatçıya göre toprak, ateş, su gibi temel elementlerden meydana gelen seramik formların yaratılmasında geleneksel olarak doğaya bağımlılık söz konusudur. Sanatçı bilgisayar kodları kullanarak ürettiği seramik formlarda ise, yeni bir katman, bu temel elementleri de içeren, yeni bir anlayış ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Aynı zamanda sanatçı tasarlamış olduğu formlara, bütün formların altında yatan temel, doğal matematiksel (naturalmathematical) dokuları ve yapıları da eklemeyi amaçlamaktadır. Bu seramik formlar aynı zamanda bizlerin, doğal dünyanın katmanlarında ne kadar derine gidebildiğini gözler önüne sermektedir.

Danimarkalı sanatçı Olivier van Herpt, kendi tasarlamış olduğu, “Harç Yığma” (FDM) prensibi ile çalışan, büyük boyutlu yazıcı ile seramik eserler üretmektedir. Sanatçıya göre, seramik malzeme kullanan üç boyutlu yazıcılar genellikle daha ufak formlar üretmektedir. Kendisi bu anlayışı değiştirerek, daha büyük bir yazıcı ile insan boyutunda seramik eserler üretebilmiştir.



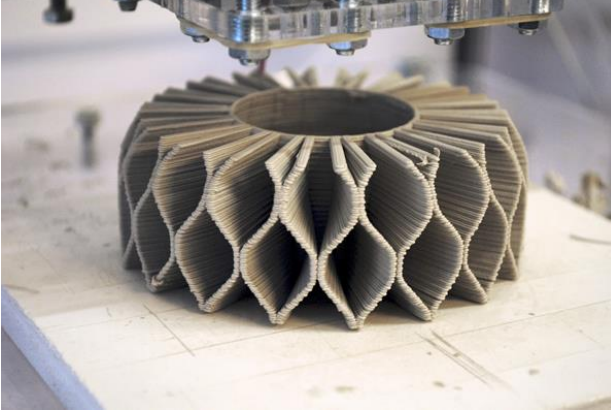
Resim-7: Oliver van Herpt, Harç Yığıma (FDM) Baskı süreci
(<http://oliviervanherpt.com/3d-printing-ceramics/>)

Sanatçı üç boyutlu yazıcıların malzeme, form, fonkiyon, yazılım, elektronik, mühendislik, malzeme bilimi, tasarım ve yeni bir form oluşturma arasında karmaşık bir etkileşim olduğunu dile getirmektedir. Böyle bir makineyi yapma aynı zamanda bütün bu şeyler arasındaki dengeyi kurma anlamına gelmektedir. Bütün bu farklı konular hakkında bilgi sahibi olmanın oldukça zor olduğunu belirtmektedir. Ancak son iki yılda öğrendiği pek çok şeyi tasarladığı makineye adapte etmiştir. Sanatçı kendi tasarlamak istediği seramiklerin sadece dekoratif olmamasını, zaman zaman fonksiyonel ve insanın günlük hayatında kullanabileceği formlar olmasını istemektedir.

Seramik sanatını üç boyutlu yazıcılar ile birlikte kullanan sanatçıların yanında bazı topluluklar da dikkati çekmektedir. Seramik ve dijital üretimdeki yeni tekniklerin paylaşılıp, araştırmaların yapıldığı “Data Clay”, bu alanlarda çalışmakta olan yenilikçileri bir araya getirmekle kalmayıp, aynı zamanda geleneksel malzemeler ile yeni teknolojileri de bir araya getirmektedir.

“Stratigraphic Porcelain”, “Serpentine 3D” ve “Building Bytes” isimli bu üç proje, günümüz seramik sanatının ve üç boyutlu teknolojilerin geleceği hakkında önemli ipuçları vermektedir. Unfold Tasarım Stüdyosu tarafından çalışmaları yapılan Stratigraphic Porcelain projesi, üç boyutlu yazıcılarla yapılan, bardak ve sürahi gibi fonksiyonel seramik parçalardan oluşmaktadır. Bu çalışmalar 2012 yılında, Milano Trienali’de sergilenmiştir. Unfold laboratuvarlarında yapılan seramik ile ilgili çalışmalar, bu alanda yapılan öncü çalışmalar arasında gösterilebilir. Çünkü daha önce

seramik malzeme ile yapılması mümkün olmayan formlar ortaya çıkartılarak, seramik tasarımın alanı yeniden tanımlanmaktadır.



Resim-8: Stratigraphic Porselen Serisi Üretim Süreci
(<http://unfold.be/pages/stratigraphic-porcelain>)

SONUÇ

Dijital teknolojinin gelişimi ile birlikte ortaya çıkan yeni biçimlendirme teknikleri, sanatçılara ve tasarımcılara, kendilerini ifade etmede yeni olanaklar sağlamıştır. İnsanoğlunun binlerce yıldır devam eden seramik ile ilişkisi, son on yılda çok farklı bir noktaya ulaşmıştır. 1980'lerin başında ortaya çıkan üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin, geçtiğimiz on yıldaki hızlı gelişimine rağmen, henüz emekleme aşamasında olduğu kabul edilebilir. Fakat bu kısa sürede göstermiş olduğu ilerleme bile, üç boyutlu yazıcıların gelecek yıllarda nasıl bir konuma geleceği hakkında bilgi vermektedir. Kuşkusuz her yeni ve alışılmadık teknoloji birtakım endişeleri beraberinde getirebilir. Bu süreçte akla gelen endişelerden biri, dijital üretimin hızından ve kolay ulaşılabilirliğinden dolayı ortaya çıkabilecek olan niteliksiz ürünlerdir. Fakat bu dijital kirlilik ortamının kaçınılmaz bir süreç olabileceği düşünülebilir. Geçmişte Arts and Crafts Hareketi gibi niteliksiz eserlere karşı oluşan tepkiler, bu defa dijital alanda kendisini gösterebilir. Sorunlar tanımlanıp, çözümler üretilebilir. Diğer bir endişe ise sanatçı, malzeme ve eser arasındaki ilişki ile ilgili

olabilir. Hatta konu insanoğlunun en eski uğraşlarından ve en fazla tecrübe ettiği alanlardan biri de olsa, bu endişe devam edebilmektedir. İnsanoğlunun başlangıçta sadece elleriyle şekil verebildiği seramik çamuru, zamanla farklı aletlerin kullanımını gerektiren bir malzemeye dönüşmüştür. Fakat insanoğlu, yüzyıllar boyunca değişik yöntemlerle de olsa, seramiğe dokunarak biçim verme aşamasında kalmıştır. İşte üç boyutlu yazıcılarda seramik malzemenin kullanılması ile birlikte, insan ve seramik çamuru arasındaki bu ilişki yeni bir boyuta taşınmıştır. Sanatçı ve eser arasındaki bu uzaklaşma ve kopuş, ilk başta olumsuz bir anlam taşısa da, insanoğlunun adaptasyon kabiliyeti ile sanatçı, malzeme ve eser arasındaki ilişki, tahmin edilemeyen farklı bir noktaya gidebilir.

KAYNAKLAR

Çavdar, U., Atik, E. (2011). Geleneksel ve Hızlı Sinterleme Yöntemleri. CBÜ Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi, Yıl: 2011, Cilt: 1, Sayı: 15.

Delikanlı, K., Sofu, M.M., Bekçi, U. (2005). Üretim Sektöründe Hızlı Direkt İmalat Sistemlerinin Yeri Ve Önemi. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi. 2005 (4) 33-39

Hanessian, H. (2010) The Digital Future: Reimagining Ceramic Education In The 21st Century. Studio Potter Journal, 38-2.

Huson D. 3D Printing of Ceramics for Design Concept Modelling. Digital Fabrication 2011 Conference, NIP 27, 27th International Conference on Digital Printing Technologies, Minnesota, USA, October 2011.

Klocke, F., Ader, C. (2003). Direct Laser Sintering Of Ceramics. Solid Freeform Fabrication Symposium. 2003 – 447. <http://sffsymposium.engr.utexas.edu/2003TOC>

Lakshminarayan, U., Ogrydziak, S., Marcus, H.L. (1990). Selective Laser Sintering of Ceramic Materials. Solid Freeform Fabrication Symposium. 1990 – 16.

<http://sffsymposium.engr.utexas.edu/1990TOC>

Özgündoğdu, A. F. (2014). Seramik Üretiminde Çağdaş Bir Biçimlendirme Yöntemi Olarak Üç Boyutlu Yazıcılar. 8. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu Bildiriler Kitabı – 203.

Sofu, M.M., Delikanlı, K. (2006). Hızlı Direkt İmalat Yöntemleri ve Uygulamaları. TİMAK-Tasarım İmalat Analiz Kongresi, 26-28 Nisan 2006.

Verbruggen, D.(2014) The Road to Better Paste Extrusion.RepRap Magazine, Sayı:3, s.26-29.

Qian, B. Shen, Z. (2013). Laser Sintering Of Ceramics. Journal of Asian Ceramic Societies 315–321.

Ek Kaynakça

<http://www.turkcadcam.net/rapor/otoinsa/tek-harc-yigma-sivayarak.html>

<http://www.keep-art.co.uk/>

<http://oliviervanherpt.com/>

<http://www.printedpots.co.uk/>

<http://www.data-clay.org/>

<http://unfold.be/>